



Progetto

"fertiLIFE"

**Fertilizzazione sostenibile di un'area orticola intensiva
mediante l'utilizzo di biomasse vegetali locali di scarto**

LIFE02/ENV/IT/000089

RAPPORTO ANALISI AMBIENTALE FINALE

CONSORZIO AGRITAL RICERCHE

settembre 2005



Fertiline



CONTENUTO

INTRODUZIONE

I campi dimostrativi pag. 2

MATERIALI E METODI

Metodologia seguita per la valutazione agroambientale dei terreni pag. 5

RISULTATI DELLE ANALISI FINALI

1. terreni pag. 8

2. acque di drenaggio pag. 20

3. azienda Torre in Pietra Leprignano pag. 23

CONCLUSIONI pag. 28

BIBLIOGRAFIA pag. 30



Fertiline



INTRODUZIONE

I campi dimostrativi

Questa relazione raccoglie i risultati delle analisi del terreno e delle acque di drenaggio dei campi dimostrativi realizzati nell'ambito del progetto Life Ambiente *“Fertilizzazione sostenibile di un'area orticola intensiva mediante l'utilizzo di biomasse vegetali locali di scarto – Fertiline (LIFE02/ENV/IT/000089)* effettuate al termine del progetto (situazione ex-post). Le analisi sono state realizzate una prima volta a inizio progetto e ripetute alla fine dell'attività progettuale, dopo tre anni di prove nell'area di Maccarese-Torrimpietra interessando complessivamente circa 34 ha di campi dimostrativi dove si è messo a confronto colture agrarie fertilizzate con metodo tradizionale e colture fertilizzate con esclusivo uso di compost ottenuto dalla fermentazione aerobica di biomasse vegetali di scarto originate localmente e trasformate presso l'impianto di compostaggio AMA di Maccarese.

Per le caratteristiche qualitative del compost impiegato si rimanda alla relazione *“Terzo rapporto analisi del compost prodotto e definizione piani colturali”* prodotta nel febbraio 2005, mentre per le caratteristiche ambientali di inizio progetto (situazione ex-ante) e dei terreni utilizzati nel corso delle prove dimostrative si rimanda alla relazione: *“Rapporto analisi ambientale preventivo”* nella versione aggiornata prodotta a settembre del 2005. In tale rapporto sono anche descritte le aziende che hanno ospitato le prove dimostrative con le mappe della localizzazione dei campi prova. Si riporta per comodità in tabella 1, la conversione delle nomenclature in riferimento alla localizzazione dei campi che, nel *“Rapporto sulla produzione orticola del primo anno”* avevano una denominazione differente da quella applicata successivamente:



Tab.1- Denominazione dei campi dimostrativi		
nome campi 2003	nome campi 2004-5	Azienda ospitante
Campo "a"	Campo "1"	S.A.TI.
Campo "b"	Campo "2"	Valentini (ex Coop. S. Antonio)
Campo "d"	Campo "3"	Valentini (ex Coop. S. Antonio)
non presente	Campo "4"	Valentini (ex Coop. S. Antonio)
non presente	Campo "5"	Valentini (ex Coop. S. Antonio)
Campo "c"	Campo "6"	Valentini (ex Coop. S. Antonio)
non presente	Campo "7"	F.II Salvalaio
non presente	Campo "8"	Torre in Pietra – Leprignano

Va inoltre sottolineato che i campi della Cooperativa S. Antonio (ora Az. Valentini) definiti come "A" e "B" nel "*Rapporto analisi ambientale preventivo*" redatto nella prima versione di aprile 2004 fanno in realtà riferimento ai campi "2" e "3" dell'attuale nomenclatura aggiornata.

In quasi tutti i campi (75 %) si sono messe a confronto tre tesi: MIN (concimazione tradizionale con concimi minerali di sintesi), COM (concimazione con esclusivo uso di compost in dose sufficiente a soddisfare le necessità nutritive di N della coltura) e 50/50 (concimazione per metà dose "tradizionale" e per metà a base di compost). Nei campi 6 e 8, invece, sono state messe a confronto solamente le tesi MIN e COM.

Nei tre anni di prova nei campi dimostrativi sono state apportate differenti dosi di compost a seconda delle necessità richieste dalle colture effettuate, dalla tipologia di terreni e dagli avvicendamenti colturali realizzati. In particolare va notato che nei campi 2-3 sono stati effettuati 4 cicli colturali in tre anni mentre il campo 8 ha ospitato una coltura poliennale arborea (vigneto). Su tutti gli altri campi dimostrativi sono stati realizzati tre cicli colturali. Il quantitativo di compost apportato è stato ogni volta preventivamente calcolato e pianificato in termini di N disponibile per la coltura ed le modalità di calcolo è stato riportato nelle



relazioni relative alla definizione dei piani colturali annuali: “*Primo, Secondo e Terzo rapporto analisi del compost prodotto e definizione piani colturali*” (31/12/03-31/12/04-30/11/05).

Complessivamente nei campi dimostrativi sono state apportate le dosi di compost indicate in tabella 2 e tabella 3 :

Tab. 2- Quantitativi di compost utilizzate nella tesi COM

Tesi COMP nome campo	Dose di compost apportata in tha^{-1}				totale
	2003	2004	2004 2°ciclo	2005	
Campo “1”	60	58	-	33,5	151,5
Campo “2”	36	20	36	25	117
Campo “3”	50	40	50	24	164
Campo “4”		31	20	43	94
Campo “5”		37	60,8	43	140,8
Campo “6”	50	33,3	-	33,3	116,6
Campo “7”		80	-	30	110
Campo “8”		18	-	-	18

n.p. = non presente

Tab. 3- Quantitativi di compost utilizzate nella tesi 50/50

Tesi 50/50 nome campi	Dose di compost apportata in tha^{-1}				totale
	2003	2004	2004 2°ciclo	2005	
Campo “1”	30	29	-	16,7	75,7
Campo “2”	18	10	18	12,5	58,5
Campo “3”	25	20	25	12	82
Campo “4”		16	10	21,5	47,5
Campo “5”		18,5	30,4	21,5	70,4
Campo “6”	-	-	-	-	-
Campo “7”		44	-	15	59
Campo “8”	-	-	-	-	-

n.p. = non presente



MATERIALI E METODI

Metodologia seguita per la valutazione agroambientale dei terreni e delle acque di drenaggio

La metodologia utilizzata ha seguito sostanzialmente le stesse procedure di quella adottata nel “*Rapporto analisi ambientale preventivo*”. I prelievi dei campioni di terreno sono stati effettuati secondo la metodologia sistematica, che prevedeva la raccolta di un minimo 3 campioni elementari per ciascuna parcella/tesi posta a confronto sostanzialmente al termine del ciclo colturale. I campioni sono stati prelevati nei campi 1, 2, 3, 6, e 7. I campi 4 e 5 erano perfettamente assimilabili al campo 3 riguardo alle caratteristiche fisico-chimiche del terreno. Infatti, in realtà si tratta di uno stesso appezzamento; la cui suddivisione nei campi 3, 4 e 5 è stata operata successivamente sulla base di necessità tecnico/imprenditoriali dovute alla differenti colture praticate sull’appezzamento. Per quanto riguarda invece il campo 8 (Az. Torre in Pietra Leprignano) sono state effettuate solamente analisi standard del terreno, infatti la prova allestita riguarda una coltura poliennale (la vite) e la concimazione non è stata ripetuta annualmente, per tale motivo i risultati delle analisi di tale azienda sono stati inseriti in un capitolo a parte alla fine della relazione. Avendo constatato che i singoli imprenditori agricoli hanno adottato durante i tre anni del progetto delle tecniche di lavorazione del terreno che prevedevano un intenso rimescolamento dei differenti strati di terreno (erpici rotativi e frese, principalmente) e che la profondità delle lavorazioni di rado ha superato i 25/30 cm di profondità si è deciso, diversamente dalla procedura adottata nel “*Rapporto analisi ambientale preventivo*”, di prelevare per ciascun punto di campionamento, i campioni elementari a sole 2 diverse profondità (0-15 cm, 15-30 cm) in modo da comprendere interamente lo strato interessato interrimento del compost.

I campioni globali di ciascuna tesi/parcella sono stati analizzati seguendo sostanzialmente due schemi base. Il primo ha interessato le parcelle appartenenti ai campi che già all’inizio



Fertiline



del progetto erano state oggetto di un maggior dettaglio di indagine e che prevedevano analisi più estese (campi 1 e 3). Il secondo schema, che ha coinvolto le parcelle appartenenti ai restanti campi prova, ha previsto l'analisi di alcuni parametri chimici chiave che la letteratura di settore ritiene essere rilevanti al fine di evidenziare eventuali modificazioni indotte al terreno dall'apporto continuativo di compost.

Per tutti i campioni di terreno sottoposti ad analisi si è ritenuto superfluo ripetere l'analisi dello scheletro e della granulometria. Questo perché queste caratteristiche sicuramente non sono state modificate in maniera significativa durante i tre anni del progetto. Infatti se consideriamo la percentuale di scheletro e sabbia contenuto nei compost utilizzati durante i tre anni di prova (si veda i relativi rapporti di analisi annuale), le tonnellate totali di compost apportate ad ettaro ed la densità apparente relativa delle parcelle di terreno che hanno ospitato la tesi con il maggior apporto di compost (tesi COM) si ottiene un incremento teorico massimo del contenuto in scheletro e sabbia di circa lo 0,24% (p/p). Pertanto questa variazione, peraltro ottenuta per il campo maggiormente fertilizzato (campo 1, Tab.2), non è sufficiente a determinare un cambiamento di classificazione dei terreni sottoposti alle prove divulgative/sperimentali.

Per i campioni dello schema uno sono state effettuate le seguenti analisi chimico-fisiche:

- costanti idrologiche
- carbonio organico totale
- salinità (conducibilità elettrica)
- pH
- azoto totale
- fosforo totale
- potassio totale
- carbonio umificato
- cadmio totale
- mercurio totale
- rame totale
- zinco totale
- nichel totale
- piombo totale
- cromo esavalente.



Fertilife



Per i campioni dello schema due sono state effettuate le seguenti analisi chimiche:

- carbonio organico totale
- salinità (conducibilità elettrica)
- pH
- azoto totale

Relativamente alle analisi delle acque di drenaggio, come nella valutazione iniziale della situazione agroambientale, si sono valutate le potenzialità di contaminazione delle acque di drenaggio da parte del compost mediante la percolazione di campioni di acqua di pozzo usata usualmente per l'irrigazione nelle singole aziende in esame attraverso colonne di terreno prelevato dalle parcelle che avevano ospitato le diverse tesi negli appezzamenti dimostrativi. Tale percolazione è stata effettuata in condizioni standard di laboratorio usando campioni medi rappresentativi dello strato 0-30 cm con un rapporto 1:5 tra peso di terreno e quantità d'acqua utilizzata per la percolazione.



RISULTATI DELLE ANALISI FINALI

1. Terreni

I risultati delle analisi concernenti il contenuto di carbonio organico totale ed umificato, la sostanza organica e l'azoto totale del terreno della Azienda SATI, campo 1, sono riportati nella Tabella 4.

Tab.4- Contenuto in carbonio organico, carbonio umificato, sostanza organica ed azoto totale dei campioni di terreno prelevati presso l'az. SATI campo 1

Tesi	profondità (cm)	Carbonio organico totale (g/kg)	Sostanza organica (g/kg)*	Dotazione sostanza organica	Carbonio organico umificato (g/kg)	Azoto totale (g/kg)
MIN	0-15	5,14	8,86	Bassa	1,08	0,26
MIN	15-30	5,02	8,66	Bassa	1,05	0,25
COM	0-15	7,91	13,64	Media	3,05	0,41
COM	15-30	9,00	15,52	Media	3,47	0,45
50/50	0-15	5,97	10,29	Bassa	2,24	0,30
50/50	15-30	5,62	9,69	Bassa	2,11	0,28

* = fattore di conversione 1,724

Si evidenziano dei valori più alti di sostanza organica totale e della frazione umificata nei terreni della tesi COM rispetto sia alla tesi MIN che alla tesi 50/50. La tesi 50/50 non ha un contenuto di sostanza organica totale significativamente superiore alla tesi MIN, anche se è da notare che il contenuto della frazione umificata è più elevato di un fattore due. Analoghe considerazioni possono essere fatte per il contenuto in azoto totale.

I risultati riguardanti le caratteristiche idrologiche del terreno (CC e PA) sono riportati nella successiva tabella 5.



Tab. 5- Caratteristiche idrologiche dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. SATI, campo 1

Tesi	Profondità (cm)	Umidità % in peso a 15 bar (PA)	Umidità % in peso a 0,3 bar (CC)	Acqua disponibile (%)
MIN	0-15	7,7	14,9	7,1
MIN	15-30	8,1	15,7	7,5
COM	0-15	8,7	15,2	6,4
COM	15-30	9,2	16,0	6,8
50/50	0-15	7,4	14,5	7,1
50/50	15-30	7,8	15,2	7,5

Osservando i dati del contenuto in umidità del terreno della tesi COM ai valori di pressione caratteristici per la CC ed il PA si osservano dei valori più alti rispetto alle altre due tesi. Questo comportamento però non determina un analogo incremento della quota di acqua disponibile, che infatti risulta essere tendenzialmente inferiore, perché questo l'incremento del contenuto idrico interessa sia il valore alla CC che al PA. Questo comportamento sicuramente determina un incremento del contenuto idrico totale del terreno sottoposto ad apporto di compost, ma non è consequenziale che questo determini anche un analogo incremento di acqua disponibile per le colture che questo terreno ospiterà. Da ciò sembrerebbe che un ruolo cui debba essere prestata maggiore attenzione lo abbiano le caratteristiche idrologiche del compost utilizzato.

I risultati della reazione e della salinità, misurata come conducibilità elettrica sono riportati nella successiva tabella 6.



Tab.6- Reazione e salinità dei campioni di terreno prelevati presso l'Azienda SATI campo 1

Tesi	Profondità (cm)	pH	ECe (dS m ⁻¹ a 25°C)
MIN	0-15	7,0	0.203
MIN	15-30	6,8	0,204
COM	0-15	7,3	0,266
COM	15-30	7,1	0,294
50/50	0-15	7,1	0,215
50/50	15-30	7,3	0,206

L'analisi dei risultati evidenzia come nel terreno della tesi COM si abbia un pH leggermente superiore rispetto alla tesi MIN ed analogo alla tesi 50/50. Probabilmente nel terreno fertilizzato con compost il processo di mineralizzazione della matrice organica ha comportato la liberazione di cationi che hanno contribuito ad far aumentare il livello di pH del terreno.

Diversamente il valore della conducibilità risulta essere superiore nella tesi COM nei confronti delle due altre tesi. Questo comportamento è sostanzialmente in linea con quanto riportato dalla letteratura di settore. L'apporto di considerevoli dosi di compost tende a far aumentare la salinità e la reattività dei terreni. Questo è un elemento importante da considerare ai fini dell'impiego continuativo ed con dosi considerevoli di compost nei piani di fertilizzazione aziendali.

Gli altri principali parametri per la caratterizzazione ambientale del terreno sono riportati in tabella 7. Per queste analisi, considerata la poco probabile stratificazione in profondità, all'interno dello strato di terreno normalmente sottoposto a lavorazione delle variabili da misurare, si è proceduto in maniera da ottenere un campione medio per lo strato di terreno 0-30 cm.



Tab. 7- Risultati analisi del contenuto in metalli per i campioni prelevati presso l'Azienda SATI campo 1

Caratteristica	Unità di misura	MIN	50/50	COM	[naturale] ¹	[medio] ²
Fosforo totale	mg kg ⁻¹	430	442	430	-	-
Potassio totale	mg kg ⁻¹	1963	2010	2581	-	-
Rame totale	mg kg ⁻¹	9	9	11	6-60	2-250
Zinco totale	mg kg ⁻¹	32	30	35	17-125	10-300
Piombo totale	mg kg ⁻¹	28	26	26	12-20	2-300
Cromo totale	mg kg ⁻¹	28	27	30	80-200	5-1500
Cadmio totale	mg kg ⁻¹	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,01-0,2	0,01-2,4
Nichel totale	mg kg ⁻¹	19	17	20	1-100	2-1000
Mercurio totale	mg kg ⁻¹	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,06	0,01-0,3
Cromo esavalente	mg kg ⁻¹	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-

¹ Concentrazione di suoli incontaminati, ² Concentrazione media tipica. Da L. Giardini 2004

Il confronto tra i risultati ottenuti del contenuto in metalli pesanti non mostra particolari differenze tra i terreni delle diverse tesi a confronto. Questo comportamento era sostanzialmente atteso (nonostante l'impiego di "elevate" dosi di fertilizzazione con compost) dato il limitato numero di anni di somministrazione compost (Amlinger F. 2005). I metalli pesanti sono talora elementi essenziali per le piante, in quanto hanno un ruolo importante come cofattori nei processi enzimatici, tuttavia se presenti in elevata quantità, possono avere effetti tossici. Al termine del terzo anno di prova la somministrazione continua di compost non ha determinato accumulo di metalli pesanti totali nel terreno. Se confrontato con il contenuto tipico dei suoli incontaminati e con il valore medio che si riscontra in letteratura (tabella 7), si nota come questo contenuto rientra nell'intervallo della normalità. Inoltre un altro aspetto importante è che la fertilizzazione con compost tende ad far aumentare il pH del terreno (tabella 6). Questo è un elemento importante perché limita ulteriormente la mobilità dei metalli nel terreno e quindi ne condiziona il potenziale accumulo. L'unico dato degno di nota è l'incremento del contenuto in potassio totale che si registra per le tesi fertilizzate con il compost (50/50 e COM). Questo dato non ci dice



niente su quale sia la forma prevalente di potassio presente nel suolo ammendato con compost, ma considerato che questo potassio giunge al suolo legato alla matrice organica-compost è ragionevole pensare che si sia in presenza di un potassio in forma prevalentemente scambiabile. Questa forma costituisce quella porzione dell'elemento adsorbita ai complessi di scambio e quindi più difficilmente dilavabile, disponibile per l'assorbimento delle colture in quanto in equilibrio dinamico con la forma solubile.

Per l'azienda Valentini via Monti dell'ARA, campo 3, i risultati delle analisi concernenti il contenuto di carbonio organico totale ed umificato, la sostanza organica e l'azoto totale del terreno, campo 3, sono riportati nella tabella 8.

Tab. 8- Contenuto in sostanza organica dei campioni di terreno prelevati presso l'az. Valentini , via M. dell'ARA, campo 3

Tesi	Profondità (cm)	Carbonio organico totale (g/kg)	Sostanza organica (g/kg)*	Dotazione sostanza organica	Carbonio organico umificato (g/kg)	Azoto totale (g/kg)
MIN	0-15	5,06	8,72	Bassa	1,4	0,25
MIN	15-30	5,21	8,99	Bassa	1,5	0,45
50/50	0-15	15,84	27,31	Elevata	6,7	0,79
50/50	15-30	16,33	28,15	Elevata	7,0	1,41
COM	0-15	12,27	21,16	Elevata	5,4	0,61
COM	15-30	12,65	21,81	Elevata	5,6	1,09

* = fattore di conversione 1,724

Dalla tabella si evidenzia come i valori del contenuto in sostanza organica totale e della frazione umificata nei terreni della tesi 50/50 e COM siano più elevati rispetto alla tesi MIN. Questo comportamento era da attendersi visto il notevole apporto di compost realizzatosi complessivamente nei tre anni ($145,5 \text{ tha}^{-1}$). Inoltre si registra in tutte le tesi la tendenza ad avere un minor contenuto nello strato più superficiale 0-15 cm. Di non facile interpretazione il fatto che il terreno della tesi 50/50 evidenzia un contenuto di sostanza



organica totale significativamente più alto anche della relativa tesi COM. Il sospetto più fondato è che vi sia stata un errore di attribuzione di codice ai campioni di terreno prelevati alla fine del progetto. Più difficile l'eventualità che vi sia stato un errore in senso maggiorativo delle dosi di compost effettivamente distribuite. Comunque, sia nell'uno che nell'altro caso si conferma il valido contributo che la fertilizzazione con il compost può dare al mantenimento ed incremento del contenuto organico dei terreni sottoposti ad intensa attività agricola.

I dati riguardanti le caratteristiche idrologiche del terreno del campo 3 sono riportati nella tabella 9.

Tab. 9- Caratteristiche idrologiche dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. Valentini, campo 3

Tesi	profondità (cm)	Umidità % in peso a 0,3 bar (CC)	Umidità % in peso a 15 bar (PA)	Acqua disponibile (%)
MIN	0-15	12,5	5,5	7,1
MIN	15-30	13,2	5,7	7,5
COM	0-15	13,6	7,0	6,7
COM	15-30	14,4	7,4	7,0
50/50	0-15	13,4	7,4	6,0
50/50	15-30	14,1	7,8	6,3

I valori del contenuto idrico (CC e PA) della tesi COM tendono ad essere più elevati di quelli della tesi MIN. Comportamento intermedio si ha per la tesi 50/50. Relativamente alla definizione del contenuto idrico disponibile per le piante, anche per questo campo valgono le considerazioni che sono state fatte per il campo 1 (azienda SATI).

I risultati riguardanti la reazione e la salinità, misurata come conducibilità elettrica sono riportati nella tabella 10.



Tab. 10- Reazione e salinità dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. Valentini, campo 3

Tesi	Profondità (cm)	pH	ECe (dS m ⁻¹ a 25°C)
MIN	0-15	7,0	0,230
MIN	15-30	7,1	0,140
COM	0-15	7,5	0,372
COM	15-30	7,5	0,251
50/50	0-15	7,4	0,258
50/50	15-30	7,3	0,258

I valori di reattività dei campioni di terreno della tesi MIN sono più bassi rispetto a quelli delle altre due tesi, 50/50 e COM. Probabilmente come per il terreno del campo 1 anche qui un ruolo lo hanno giocato i processi di mineralizzazione della matrice organica che hanno probabilmente determinato la liberazione di un significativo quantitativo di cationi che hanno contribuito a far aumentare il livello di pH del terreno.

Anche per questo campo si registra un effetto “salinizzante” derivante dalla distribuzione del compost.

Come per il campo 1 anche qui, per valutare gli altri parametri per la caratterizzazione ambientale del terreno, si è proceduto in maniera da ottenere un campione globale medio per lo strato di terreno 0-30 cm.

Tab. 10- Risultati analisi del contenuto in metalli per i campioni prelevati presso l'Azienda Valentini campo 3

Caratteristica	Unità di misura	MIN	50/50	COM
Fosforo totale	mg kg ⁻¹	435	568	560
Potassio totale	mg kg ⁻¹	1500	1875	2206
Rame totale	mg kg ⁻¹	19	28	27
Zinco totale	mg kg ⁻¹	29	35	35
Piombo totale	mg kg ⁻¹	21	26	24



Fertiline



Cromo totale	mg kg ⁻¹	26	28	32
Cadmio totale	mg kg ⁻¹	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nichel totale	mg kg ⁻¹	11	12	13
Mercurio totale	mg kg ⁻¹	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cromo esavalente	mg kg ⁻¹	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Anche per questo campo l'analisi dei risultati del contenuto in metalli pesanti non evidenzia delle particolari differenziazioni tra i campioni delle tesi poste a confronto. Come per il campo 1 (az. SATI) anche qui si nota un incremento del contenuto in potassio totale nei terreni delle tesi fertilizzate con l'apporto di compost. Inoltre, a differenza del campo 1, in questo si registra una tendenza all'incremento anche del fosforo totale.

I dati concernenti il contenuto di carbonio organico totale, la sostanza organica e l'azoto totale del terreno della Azienda Valentini via Monti dell'ARA campo 2, sono riportati nella tabella 11.

Tab. 11-Contenuto in sostanza organica dei campioni di terreno prelevati presso l'az. Valentini , via M. dell'ARA campo 2

Tesi	Profondità (cm)	Carbonio organico totale (g/kg)	Sostanza organica (g/kg)*	Dotazione sostanza organica	Azoto totale (g/kg)
MIN	0-15	4,01	6,92	Molto bassa	0,20
MIN	15-30	4,14	7,13	Molto bassa	0,36
50/50	0-15	6,29	10,84	bassa	0,30
50/50	15-30	6,48	11,17	bassa	0,56
COM	0-15	6,58	11,35	bassa	0,33
COM	15-30	6,79	11,70	bassa	0,58

* = fattore di conversione 1,724

Il contenuto di carbonio organico totale e quindi di sostanza organica del terreno della tesi MIN risulta essere inferiore rispetto al contenuto presente nei terreni della tesi 50/50 e soprattutto della tesi COM. Anche qui si evidenzia un minor contenuto nello strato più



superficiale del terreno (0-15 cm). La differenza tra il contenuto di sostanza organica dei terreni della tesi 50/50 rispetto a quelli della tesi COM risulta essere di limitata entità. Ipotizzando che durante il triennio si sia realizzata nel terreno delle due tesi una stessa percentuale di mineralizzazione del compost, questa differenza limitata fa supporre che il quantitativo effettivo di compost distribuito dall'imprenditore agricolo sulle due tesi durante il triennio del progetto sia stato sostanzialmente lo stesso.

I risultati riguardanti la reazione e la salinità, misurata come conducibilità elettrica del campo 2 sono riportati nella tabella 13.

Tab. 13- Reazione e salinità dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. Valentini, campo 2

Tesi	Profondità (cm)	pH	ECe (dS m ⁻¹ a 25°C)
MIN	0-15	7,3	0,130
MIN	15-30	7,2	0,130
COM	0-15	7,2	0,199
COM	15-30	7,3	0,148
50/50	0-15	7,0	0,162
50/50	15-30	7,0	0,111

La reattività del terreno della tesi 50/50 è leggermente inferiore rispetto alla reattività del terreno prelevato dalle parcelle delle tesi MIN e COM. La tesi MIN presenta una reattività uguale a quella della tesi COM. Per questo campo si registra un comportamento diverso rispetto a quanto visto per il campo 3. Qui non sembrerebbe che il compost abbia avuto un qualche ruolo nella modificazione della reattività, probabilmente questo è dovuto alla minore quantità di compost distribuito (117 t ha⁻¹) rispetto a quella del campo 3. Anche per questo campo si registra un leggero effetto "salinizzante" derivante dalla distribuzione del compost, specialmente per gli strati più superficiali .



I dati concernenti il contenuto di carbonio organico totale, la sostanza organica e l'azoto totale del terreno della Azienda Valentini via dei tre Denari, campo 6, sono riportati nella tabella 14.

Tab. 14- Contenuto in sostanza organica dei campioni di terreno prelevati presso la Az. Valentini, campo 6, via dei tre Denari

tesi	profondità (cm)	Carbonio organico totale (g/kg)	Sostanza organica (g/kg)*	Dotazione sostanza organica	Azoto totale (g/kg)
MIN	0-15	9,30	16,03	media	0,47
MIN	15-30	9,65	16,64	media	0,83
COM	0-15	10,91	18,81	media	0,55
COM	15-30	11,33	19,54	media	0,98

* = fattore di conversione 1,724

Dalla tabella si evidenzia come i valori del contenuto in sostanza organica totale e di azoto totale siano più elevati nei terreni della tesi COM rispetto a quelli della tesi MIN. Nelle due tesi si registra la tendenza ad avere un contenuto leggermente inferiore nello strato più superficiale 0-15 cm.

Per quanto riguarda i risultati delle caratteristiche idrologiche i dati sono riportati nella successiva tabella 15.

Tab. 15- Caratteristiche idrologiche dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. Valentini, campo 6

Tesi	profondità (cm)	Umidità % in peso a 0,3 bar (CC)	Umidità % in peso a 15 bar (PA)	Acqua disponibile (%)
MIN	0-15	14,7	7,3	7,3
MIN	15-30	15,5	7,7	7,7
COM	0-15	14,6	7,3	7,3
COM	15-30	15,4	7,7	7,7



Non si registrano differenze del contenuto idrico alla CC ed al PA per le tesi poste a confronto. Questo è probabilmente dovuto al minor quantitativo di compost distribuito nell'arco dei tre anni del progetto nella tesi COM probabilmente non sufficiente a modificare il comportamento di questo terreno nei confronti dell'acqua.

I risultati riguardanti la reazione e la salinità, misurata come conducibilità elettrica del campo 6 sono riportati nella tabella 16.

Tab. 16- Reazione e salinità dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. Valentini, campo 6

Tesi	Profondità (cm)	pH	ECe (dS m ⁻¹ a 25°C)
MIN	0-15	7,32	0,238
MIN	15-30	7,10	0,238
COM	0-15	7,26	0,327
COM	15-30	7,64	0,334

L'analisi dei risultati mostrati in tabella 16 evidenzia come nel terreno della tesi COM si abbia un pH leggermente superiore rispetto alla tesi MIN. Probabilmente nel terreno fertilizzato con compost il processo di mineralizzazione della matrice organica ha determinato la liberazione di cationi che possono aver contribuito a farne aumentare il valore di pH. Inoltre anche il valore della conducibilità risulta essere superiore nella tesi COM rispetto alla tesi MIN. Questo comportamento è sostanzialmente in linea con quanto riportato dalla letteratura di settore. L'apporto di considerevoli dosi di compost tende a far aumentare la salinità e la reattività dei terreni.

I dati concernenti il contenuto di carbonio organico totale, la sostanza organica e l'azoto totale del terreno della Azienda Salvalaio, campo 7, sono riportati nella tabella 17.



Tab. 17- Contenuto in sostanza organica dei campioni di terreno prelevati presso la Az. Salvalaio, campo 7

Tesi	profondità (cm)	Carbonio organico totale (g/kg)	Sostanza organica (g/kg)*	Dotazione sostanza organica	Azoto totale (g/kg)
MIN	0-15	3,64	6,27	bassa	0,17
MIN	15-30	3,75	6,47	bassa	0,32
COM	0-15	4,41	7,60	bassa	0,23
COM	15-30	4,55	7,84	bassa	0,39
50/50	0-15	4,28	7,39	bassa	0,21
50/50	15-30	4,42	7,61	bassa	0,38

* = fattore di conversione 1,724

Per questo campo valgono le stesse considerazioni che sono state fatte per il campo 2. Si nota la tendenza dei terreni fertilizzati mediante l'apporto di compost (tesi COM e 50/50) ad avere dei valori di contenuto in carbonio organico superiore a quello della tesi MIN. Ridotta è la differenza tra le tesi COM e 50/50.

I risultati relativi alla reazione ed alla salinità, misurata come conducibilità elettrica sono riportati nella tabella 18.

Tab. 18- Reazione e salinità dei campioni di terreno prelevati presso l'Az. Salvalaio, campo 7

Tesi	Profondità (cm)	pH	ECe (dS m ⁻¹ a 25°C)
MIN	0-15	7,83	0,202
MIN	15-30	7,98	0,235
COM	0-15	7,81	0,212
COM	15-30	7,91	0,162
50/50	0-15	7,90	0,249
50/50	15-30	8,03	0,163



L'analisi dei dati non mostra delle significative differenze tra i terreni delle diverse tesi. La reattività tende ad essere elevata per tutte le tesi poste a confronto. Da notare nelle tesi oggetto di fertilizzazione mediante compost dei valori di salinità più elevati nei campioni di terreno prelevati dallo strato più superficiale (0-15 cm) rispetto ai valori dello strato più profondo (15-30 cm). Questo potrebbe in parte essere spiegato con una intensa attività di mineralizzazione che caratterizza gli strati più superficiali di questo terreno a tessitura fortemente sabbiosa (contenuto in sabbia > 95%).

2. Acque di drenaggio

L'analisi delle acque di drenaggio simulate attraverso la percolazione in colonne di terreno nei terreni delle aziende Valentini e SATI, è stata eseguita prendendo in considerazione i terreni che avevano ospitato i due trattamenti fertilizzanti estremi, ossia la tradizionale fertilizzazione con concimi minerali di sintesi (MIN) e la fertilizzazione effettuata mediante l'apporto del colo compost (COM). I risultati dell'analisi sono riportati nella tabella 19.

Il valore della salinità, misurata come conducibilità elettrica, risulta essere leggermente più elevato nei campioni della tesi COM rispetto alla tesi MIN sia per l'azienda SATI che per l'azienda Valentini. Questo parametro risulta essere superiore a $0,7 \text{ dSm}^{-1}$ ed inferiore a $3,0 \text{ dSm}^{-1}$, intervallo che definisce la qualità dell'acqua come "acqua che presenta delle limitazioni d'uso per fini irrigui da lieve a moderata". Ad uso irriguo il pH ottimale è compreso tra 6,5 e 7,5, con un range mediamente compreso tra 5,5 e 8,5 (Caliandro et al. 2001). I campioni del campo 3 (az. Valentini) evidenziano dei valori di reazione sostanzialmente simili con la tendenza del campione MIN a posizionarsi ai limiti superiori dell'intervallo ottimale. Per il campo 1 (az. SATI) si registra un valore di pH superiore per il campione prelevato dalla tesi COM che supera il livello di ottimalità e si posiziona ai limiti superiori dell'intervallo che definisce l'insorgenza di caratteristiche anomale. Se consideriamo la durezza dell'acqua (in senso restrittivo la concentrazione del Ca^{2+} ed Mg^{2+}) si può notare come non si rilevino particolari differenze tra i campioni analizzati. I risultati del residuo fisso (quantitativo di sali rilasciati dopo essiccazione a 180°C)



evidenzia una leggera differenza di comportamento tra i campioni di terreno prelevati nelle due aziende. Per il campo 3 si rileva un livello di sali superiore a quello del campo 1. Inoltre si registra un contenuto in sali leggermente superiore nella tesi COM rispetto alla tesi MIN. Questo comportamento può essere giustificato in relazione alla diversa capacità di ritenzione degli elementi nutritivi legata alla differente tipologia di terreno; sabbioso il campo 3 e sabbioso-argilloso il campo 1 (rispettivamente tabella 4 e 6 del *“Rapporto analisi ambientale preventivo”* nella versione aggiornata prodotta a settembre del 2005). Questo comportamento confermerebbe la maggiore presenza di sali nella tesi COM evidenziata dai valori di conducibilità elettrica. Relativamente al contenuto in ammonio, cloruri (inferiori al limite di 200 mg l⁻¹ suggerito per le acque potabili), fluoruri (massima concentrazione tollerabile per le acque di irrigazione 1 mg l⁻¹) e solfati (inferiori al limite delle acque potabili 250 mg l⁻¹) non si registrano delle differenze sostanziali tra i campioni prelevati dalle due tesi poste a confronto per tutti e due i campi. Differenze di comportamento tra i due campi si registrano a carico del contenuto di fosfati, nitrati e nitriti. Se nel campo 1 si registrano dei valori sostanzialmente analoghi per i campioni prelevati dalle due tesi a confronto (MIN e COM), nel campo 3 si evidenziano dei valori di concentrazione di tali elementi notevolmente più alta nel campione della tesi COM. Se consideriamo i valori limite per la classificazione delle acque irrigue in classi di qualità (tabella 20) si nota come per la tesi COM tutti i valori siano abbondantemente al di sopra dei valori limite. Probabilmente anche qui un ruolo determinante lo hanno avuto le caratteristiche fisico-chimiche tipiche del terreno del campo 3. Infatti siamo in presenza di un terreno a tessitura sabbiosa (tabella 4 del *“Rapporto analisi ambientale preventivo”* nella versione aggiornata prodotta a settembre del 2005) e con un contenuto in sostanza organica elevato (tabella 8). Caratteristiche che nelle condizioni pedoclimatiche tipiche del litorale laziale ed in presenza di una intensa attività d’uso del suolo (4 cicli colturali orticoli in tre anni) possono aver favorito una intensa attività di mineralizzazione della sostanza organica presente nel terreno con il conseguente rilascio di considerevoli quantità di elementi fitonutritivi.

**Tab. 19- Analisi delle acque di drenaggio dei campi dimostrativi**

Parametro	Az. Valentini		Azienda SATI	
	Campo 3		Campo 1	
	MIN	COM	MIN	COM
Ammonio (mg l ⁻¹)	0,30	0,33	0,30	0,30
Cloruri (mg l ⁻¹)	138	141	152	153
Conducibilità elettrica (μS cm ⁻¹)	1346	1518	1172	1239
Durezza (°F)	47,5	48,5	34,5	39,7
Ferro (μg l ⁻¹)	10	20	25	< l. s.
Fluoruro (mg l ⁻¹)	0,91	0,87	0,56	0,78
Fosfati (mg l ⁻¹)	1,99	5,78	1,87	1,33
Nitrati (mg l ⁻¹)	32	89	13	10
Nitriti (mg l ⁻¹)	0,35	1,54	0,75	0,6
PH	7,73	7,33	7,47	8,33
Residuo fisso (mg l ⁻¹)	1010	1139	879	929
Solfati (mg l ⁻¹)	149	158	152	153

Tab. 20- Valore limite per i nitriti, nitrati e fosfati per la classificazione delle acque irrigue in classi di qualità

Parametro	Unità di misura	Classe I	Classe II
Nitrati	(mg l ⁻¹)	< 50	> 50
Nitriti	(mg l ⁻¹)	< 2,0	> 2,0
Fosfati	(mg l ⁻¹)	< 0,4	> 0,4

Classe I = acque impiegabili ad uso irriguo senza particolari accorgimenti

Classe II = acque che possono richiedere particolari accorgimenti operativi, soprattutto nelle fasi di distribuzione e nella scelta del metodo irriguo

Parzialmente modificato da Caliandro et al. 2001



2. Azienda Torre in Pietra Leprignano

Presso l'azienda Torre in Pietra Leprignano si sono effettuate analisi standard ed analisi sulla caratterizzazione microbiologica del suolo. Infatti si è voluto valutare anche la differenza in termini di biodiversità microbica che l'apporto di compost può indurre nel terreno, utilizzando l'esempio di questa azienda perché più favorevole in quanto la coltura effettuata, vite, permetteva lo studio dell'azione apportata dal compost a lungo termine, senza le intrusioni di lavorazioni o apporti fertilizzanti dovuti alla normale pratica delle colture ortive.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle principali analisi effettuate sul campione di terreno a fine progetto.

Tab. 21 - Risultati analisi contenuto di elementi nutritivi per i campioni prelevati presso l'Azienda Torre in Pietra campo 8

Caratteristica	Unità di misura	MIN	COM
P ass	ppm	41	16
Fe ass	ppm	20	10,8
Mn ass	ppm	14	8,2
Cu ass	ppm	4,4	4
ZN ass	ppm	0,6	0,9
B ass	ppm	0,4	0,5
Ca scam	ppm	3000	4000
Mg scam	ppm	220	190
K scam	ppm	180	219
Na scam	ppm	23	23

Per quanto riguarda i valori relativi al contenuto in elementi nutritivi, (Tab. 21) si evidenziano significative differenze nella dotazione di fosforo che nella tesi MIN raggiungono livelli di eccesso. Questi valori sono da mettere in relazione al mantenimento delle dosi convenzionali di concimazione chimica nella tesi MIN così come previsto nel



piano sperimentale. Valori maggiori si evidenziano sempre nella tesi MIN anche per potassio e alcuni oligoelementi (ferro e manganese in particolare).

Tab. 22 - Risultati analisi contenuto in metalli pesanti per i campioni prelevati presso l'Azienda Torre in Pietra campo 8

Caratteristica	Unità di misura	MIN	COM
Piombo	mg/Kg	23	26
Cromo	mg/Kg	26	26
Cadmio	mg/Kg	<0,5	<0,5
Nichel	mg/Kg	21	23
Mercurio		<0,2	<0,2

Per quanto riguarda i metalli pesanti presenti nel terreno a fine prova (Tab. 22) nelle due tesi si riscontrano valori analoghi di dotazione che rimangono tutti al disotto dei limiti normativi.

Tab. 23 - Risultati analisi chimico-fisica per i campioni prelevati presso l'Azienda Torre in Pietra campo 8

Parametro	MIN	COM
pH	7	7,4
C.E.S.	0,168	0,202
Sost. Organica	1,1	1,55
Azoto tot. (mg/Kg)	710	950
Azoto org. (mg/Kg)	685	905

Infine, l'analisi chimico fisica (Tab. 23) rivela che i valori di pH e Conducibilità Elettrica Specifica (C.E.S.) subiscono una attesa variazione in aumento nella tesi COM rimanendo però sempre all'interno di valori compatibili con le esigenze della coltura.



Fertilife



Per quanto riguarda la dotazione di sostanza organica nella tesi MIN si evidenziano valori minori non soltanto rispetto alla tesi COM ma anche rispetto alla dotazione della stagione produttiva precedente l'inizio della prova (1,27% di S.O.) a testimonianza di come il solo apporto degli sfalci del vigneto inerbito non compensino, nell'ambiente di prova, i valori di mineralizzazione annua della sostanza organica .

Infine l'azoto totale, che nella colture viticole rappresenta un parametro in grado di incidere sulla qualità del prodotto finale, come atteso subisce un incremento nel terreno compostato; il rapporto tra azoto totale ed organico rimane però pressoché invariato tra le due tesi.

Caratterizzazione microbiologica dei suoli

Al fine di esaminare, la risposta a medio termine della microflora tellurica a seguito dell'aggiunta di compost, nelle tesi messe a confronto sono stati prelevati diversi campioni di suolo sia in corrispondenza della zona radicale che della zona dell'interfila.

Il prelievo dei suoli è stato effettuato durante in periodo di piena attività vegetativa della vite (fase fenologica dell'invaiaitura) alla profondità di 25-30 cm. I campioni di suolo sono stati sottoposti ad analisi microbiologica della frazione coltivabile.

La quantificazione della popolazione eterotrofa aerobia è stata effettuata con il metodo della conta su piastra delle CFU (Unità Formanti Colonia) su terreni di uso batteriologico generale e/o su terreni selettivi per i funghi e per i batteri.

I risultati sono riportati nelle tabelle 24 e 25.



Tab. 24 - Enumerazione ($\log \text{CFU g}^{-1}$ suolo p.s.) delle popolazioni fungine e batteriche aerobiche coltivabili, dei campioni di suolo vitato prelevati nella zona della fila.

Popolazioni microbiche della fila	Zona di Prelievo in campo	$\log \text{CFU g}^{-1}$ suolo (p.s.)	
		tesi COM	tesi MIN
Batteri eterotrofi aerobi	Blocco 1	6.40	5.47
	Blocco 2	5.80	5.60
	Blocco 3	5.40	5.67
Pseudomonaceae	Blocco 1	3.20	3.00
	Blocco 2	3.34	2.04
	Blocco 3	3.10	2.22
Funghi	Blocco 1	2.34	nd*
	Blocco 2	3.52	2.12
	Blocco 3	2.60	2.74

*: non determinabile

I dati ottenuti evidenziano un tendenziale incremento delle popolazioni eterotrofe coltivabili aerobiche nell'habitat della fila, che sembra determinato non solo all'effetto rizosferico ma anche dal trattamento con compost.

In tabella 25 sono riportati invece i dati relativi al suolo della interfila.



Tab. 25 - Enumerazione (log CFU g⁻¹ suolo p.s.) delle popolazioni fungine e batteriche aerobiche coltivabili, dei campioni di suolo vitato prelevati nella zona dell'interfila

Popolazioni microbiche dell' interfila	Zona di Prelievo in campo	log CFU g ⁻¹ suolo (p.s.)	
		tesi COM	tesi MIN
Batteri eterotrofi aerobi	Blocco 1	5.80	6.10
	Blocco 2	5.90	6.20
	Blocco 3	6.03	-
Pseudomonaceae	Blocco 1	2.60	3.00
	Blocco 2	2.90	2.04
	Blocco 3	2.50	nd*
Funghi	Blocco 1	2.00	2.74
	Blocco 2	2.24	2.40
	Blocco 3	nd*	2.60

*: non determinabile

Nell'habitat dell'interfila le stime delle cariche batteriche relative al confronto tra le tesi di controllo e le tesi soggette a trattamento con compost non mostrano differenze significative, sebbene risulti apprezzabile nelle tesi di controllo un leggero incremento delle popolazioni fungine che può essere messo in relazione all'inerbimento.

Osservando inoltre i risultati inerenti i suoli dell'habitat dell'interfila trattati con compost è possibile riscontrare cariche microbiche generalmente inferiori a quelle registrate nell'habitat della fila.



CONCLUSIONI

Al termine del terzo anno del progetto l'analisi delle principali caratteristiche fisico-chimiche mette in evidenza delle diversità di comportamento dei terreni sottoposti alle differenti tesi di fertilizzazione. C'è subito da premettere che in molti casi non siamo di fronte a delle differenze statisticamente significative, ma a delle tendenze di comportamento che se l'attività progettuale fosse potuta continuare al di là dei limiti imposti, si sarebbero potute confermare o meno. Questo perché le dinamiche di trasformazione della sostanza organica nel terreno seguono intervalli temporali sicuramente superiori ai tre anni della durata del progetto.

Detto questo possiamo affermare che la fertilizzazione con il compost determina una tendenza all'aumento del contenuto in sostanza organica del terreno, registratasi su tutte le parcelle di terreno che avevano ospitato la tesi COM. Cosa interessante è che questo comportamento, fermo restando eventuali errori di distribuzione, si registra anche per alcune delle particelle che avevano ospitato la tesi 50/50. Altra caratteristica che accomuna diversi campi è la tendenza dei terreni fertilizzati mediante compost a far registrare un pH leggermente superiore rispetto alla tesi MIN. Probabilmente in questo contesto pedoclimatico il processo di mineralizzazione della matrice organica ha determinato la liberazione di cationi che hanno contribuito a far aumentare il livello di pH del terreno.

Analoga considerazione può essere fatta per il valore della conducibilità che risulta essere generalmente superiore nella tesi COM nei confronti delle due altre tesi. Questo comportamento è sostanzialmente in linea con quanto riportato dalla letteratura di settore. L'apporto di considerevoli dosi di compost tenderebbe a far aumentare la salinità e la reattività dei terreni. Questo è un elemento importante da considerare ai fini dell'impiego



Fertilife



continuativo di compost nei piani di fertilizzazione aziendali con dosi atte a soddisfare il fabbisogno nutritivo azotato delle colture.

Infine osservando i dati del contenuto in umidità del terreno della tesi COM ai valori di pressione caratteristici per la CC ed il PA si osservano dei valori sostanzialmente più alti rispetto alle altre due tesi. Questo comportamento però non determina un analogo incremento della quota di acqua disponibile, che infatti risulta essere tendenzialmente inferiore, questo perché l'incremento del contenuto idrico interessa sia il valore alla CC che al PA. Questo comportamento sicuramente induce un incremento del contenuto idrico totale del terreno sottoposto ad apporto continuativo di compost, ma non è consequenziale che determini anche un analogo incremento di acqua disponibile per le colture che il terreno ospiterà. Tra le caratteristiche analizzate queste sono quelle che determinano un po' di perplessità, perchè sostanzialmente in controtendenza rispetto a quello che viene riportato nella letteratura di settore. Da ciò sembrerebbe che un ruolo cui debba essere prestata maggiore attenzione nei programmi di ricerca futuri lo abbiano le caratteristiche idrologiche del compost impiegato nei piani di fertilizzazione.

Concludendo si può affermare che questi risultati risultano sostanzialmente interessanti al fine di fornire un valido contributo all'elaborazione di specifiche strategie di fertilizzazione più sostenibili nell'agroecosistema della costa laziale.



Fertlife



BIBLIOGRAFIA

- Giardini L. Potenzialità produttiva e sostenibilità dei sistemi colturali. 40 anni di ricerche nel Veneto. Pàtron editore, Bologna 2004.
- Amlinger F. Critical view on concepts for limiting the input of heavy metals into soils. Internet file, aggiornato al 116/11/2005. <http://www.ktbl.de/english/projects/aromis/program.htm>
- Caliandro A., Molinari G. P., Fornara L. e Macella G. 2001. Qualità delle acque ad uso irriguo. In Metodi di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico, MiPAF, FrancoAngeli ed.



Fertilife



Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto “**Fertilizzazione sostenibile di un'area orticola intensiva mediante l'utilizzo di biomasse vegetali locali di scarto – Fertilife**” (LIFE02/ENV/IT/000089), nel mese di settembre del 2005:

Stefano Carrano – Consorzio Agrital Ricerche

Raffaele Casa – Dipartimento Produzione Vegetale Università della Tuscia

Fabio Pieruccetti - Dipartimento Produzione Vegetale Università della Tuscia

Massimo Muganu - Dipartimento Produzione Vegetale Università della Tuscia